

PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of: Koji Horibe

Attorney Docket No.: OMRNP068

Application No.: 10/681,840

Examiner: J.B. Sotomayor

Filed: October 8, 2003

Group: 3662

Title: RADAR DEVICE FOR A VEHICLE

CERTIFICATE OF MAILING

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail to: Commissioner for Patents, Alexandria, Virginia 22313 on October 22, 2004.

Signed: _____

Deborah Neill

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of priority document Japan patent application No. 2002-311680 filed on October 25, 2002. Please file this document in the subject application.

Respectfully submitted,

BEYER WEAVER & THOMAS, LLP

Keiichi Nishimura

Registration No. 29,093

P.O. Box 778
Berkeley, CA 94704-0778
(510) 843-6200

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 1 0 月 2 5 日
Date of Application:

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 3 1 1 6 8 0
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 3 1 1 6 8 0]

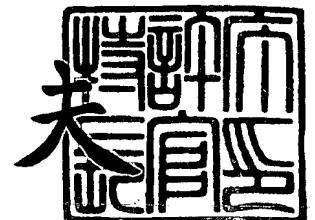
願 人 オムロン株式会社
Applicant(s):

BEST AVAILABLE COPY

2 0 0 3 年 1 0 月 8 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 J2916

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G01S 13/00

【発明者】

 【住所又は居所】 京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地
 オムロン株式会社内

 【氏名】 堀部 剛治

【特許出願人】

 【識別番号】 000002945

 【氏名又は名称】 オムロン株式会社

 【代表者】 立石 義雄

【代理人】

 【識別番号】 100096699

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 鹿嶋 英實

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 021267

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 9800816

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 車載用レーダ装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 自車両の前方又は後方に存在する検出対象の少なくとも位置情報を取得するためのセンサをもつ車載用レーダ装置であって、

自車両の前方又は後方の路面を含む画像を取得するための撮像手段と、
この撮像手段により得られた画像に基づいて前記センサの中心軸の向きを補正するための制御手段とを備え、

前記制御手段は、

前記画像から自車両が走行しているレーンに沿った線分を検出する線分検出部と

、
この線分検出部により得られた線分の実座標上の方向ベクトルを求める方向ベクトル検出部と、

この方向ベクトル検出部により得られた方向ベクトルに一致するように前記中心軸の向きを上下左右に補正する制御を実行する補正制御部と
を有することを特徴とする車載用レーダ装置。

【請求項 2】 前記線分検出部は、前記線分として、自車両が走行しているレーンの両側にあるものを一対以上求める機能を有し、
前記方向ベクトル検出部は、対をなす前記線分の延長線の交点として前記画像上の消失点を求め、この消失点から前記方向ベクトルを求めることを特徴とする請求項 1 記載の車載用レーダ装置。

【請求項 3】 前記撮像手段により得られた画像を、複数の小領域に分割する領域分割部を備え、

前記線分検出部は、前記線分の検出を前記小領域毎に実行して、前記線分の対を複数検出し、

前記方向ベクトル検出部は、これら複数の線分の対に基づいて前記画像上の消失点を複数求め、これら消失点の中から、最も手前側に位置する一対の線分上の点及び各消失点を頂点とする画像上の三角形領域と、自車両が走行しているレーンの画像上の領域との共通領域の面積が最大となる消失点を選択し、この選択した

消失点から前記方向ベクトルを求めることを特徴とする請求項 2 記載の車載用レーダ装置。

【請求項 4】 前記線分検出部は、前記画像の下辺に沿った最下帯状領域にある前記線分の対を検出し、
前記方向ベクトル検出部は、前記最下帯状領域にある前記線分の対に基づいて前記画像上の消失点を求め、この消失点をこの消失点を中心とする上下左右の矩形領域に離散化してなる画像上の複数の座標を決定し、これら座標の中から、前記最下帯状領域にある一対の線分上の点及び各座標を頂点とする画像上の三角形領域と、自車両が走行しているレーンの画像上の領域との共通領域の面積が最大となる座標を選択し、この選択した座標から前記方向ベクトルを求めることを特徴とする請求項 2 記載の車載用レーダ装置。

【請求項 5】 前記方向ベクトル検出部は、
前記センサにより得られた検出対象の位置情報に基づき、当該検出対象が画像上で前記線分と重なる又は重なる可能性のある小領域を特定し、この小領域を前記消失点を求める対象から排除することを特徴とする請求項 3 記載の車載用レーダ装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、
検出対象の水平方向位置が変化したと検知したこと、自車両の速度が変化したと検知したこと、自車両が水平に対して傾いたと検知したこと、及び自車両が車線変更したと検知したことのうち、何れか一つ又は複数の条件が成立したことを起因として、前記中心軸の向きを補正する新たな制御を開始することを特徴とする請求項 1 乃至 5 の何れかに記載の車載用レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、車両に搭載されるレーダ装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

近年、自動車においては、運転の容易性や安全性を向上させるために、先行車

等の監視機能や先行車への追従走行機能などが設けられる場合がある。そして、このような機能を実現するために、レーザレーダやミリ波レーダのようなセンサもち、自車両の前方又は後方に存在する検出対象（先行車やガードレールなどの障害物）の少なくとも位置情報を取得するためのレーダ装置が、車両に搭載される。

このような車載用レーダ装置では、カーブ走行時などにも先行車を見逃さないよう、走査範囲の中心軸或いは検出範囲の中心軸（以下、場合により光軸という）を適宜補正するのが好ましく、そのための技術として、従来では特許文献 1 に開示されたものがある。

これは、カーブ走行している先行車やレーンの中央を走行していない先行車の見逃しに対応し、カーブの曲率や自車及び先行車の横方向位置から先行車を見逃さないように光軸を補正するものである。

【0 0 0 3】

【特許文献 1】

特開平 9 - 2 1 8 2 6 5 号公報

【0 0 0 4】

【発明が解決しようとする課題】

ところが、上記従来技術は、勾配のない平坦な道路や高速道路のようにカーブ曲率が略一定であることを想定しているものである。このため、道路が平坦でありカーブ曲率が略一定である場合には、先行車を見逃すことが少なくなるが、市街地のように勾配がある場合やカーブ曲率が細かく変化する場合には、従来技術のように光軸を補正しても、先行車を見逃してしまう。というのは、従来技術は、カーブの曲率や自車及び先行車の横方向位置に基づいて補正すべき光軸の方向を特定するものであり、垂直方向（上下方向）に光軸を補正できない（垂直方向の光軸の理想的な向きを特定できない）ため、光軸の垂直方向位置はあくまで一定であって、勾配があると先行車が検出エリアから上下方向に外れてしまい検出不可能となる恐れがある。また従来技術は、例えば S 字カーブであっても一定の曲率であるとして最適な光軸を求めて補正するため、曲率が細かく変化する場合には、横方向（水平方向）に大きな誤差（求められた光軸方向と実際に最適な光

軸方向との差)を生じて、先行車が補正後の検出エリアから横方向に外れてしまい易いからである。

そこで本発明は、勾配又はS字カーブなどがあってもセンサの中心軸を最適な方向に補正して先行車を見逃し難い車載用レーダ装置を提供することを目的としている。

【0 0 0 5】

【課題を解決するための手段】

この発明による車載用レーダ装置は、自車両の前方又は後方に存在する検出対象の少なくとも位置情報を取得するためのセンサをもつ車載用レーダ装置であって、

自車両の前方又は後方の路面を含む画像を取得するための撮像手段と、この撮像手段により得られた画像に基づいて前記センサの中心軸の向きを補正するための制御手段とを備え、

前記制御手段は、

前記画像から自車両が走行しているレーンに沿った線分を検出する線分検出部と、この線分検出部により得られた線分の実座標上の方向ベクトルを求める方向ベクトル検出部と、この方向ベクトル検出部により得られた方向ベクトルに一致するように前記中心軸の向きを上下左右に補正する制御を実行する補正制御部とを有することを特徴とするものである。

【0 0 0 6】

ここで、「検出対象」とは、基本的には先行車両又は後続車両（四輪車以外のバイク等も含む）を意味するが、車両以外の障害物（ガードレール等）が含まれてもよい。

また、「センサ」とは、例えば電磁波や音波などを検出エリアに照射し、その反射波に基づいて検出対象を検出するもの（具体的には、レーザレーダやミリ波レーダなど）である。なおこのセンサは、必ずしも走査型である必要はなく、非走査型（但し、指向性があり、特定の検出エリアが存在するもの）でもよい。

また、「センサの中心軸」とは、検出エリアの中心軸であり、走査型の場合には走査範囲の中心軸を意味する。

また、「自車両が走行しているレーンに沿った線分」とは、自車両が走行しているレーンの片側又は両側にある路面上のマーク（白線や黄線、二重線や破線など）、ガードレール、中央分離帯、防護壁、歩道との境界部分などの画像を構成する線（いわゆるエッジ）、或いはこれら画像の経時変化から得られるオプティカルフローであり、自車両が走行しているレーンの接線方向のものである。

【0 0 0 7】

なお、上記線分の検出（画像からの抽出）は、白線などの濃淡（明暗）のはっきりしたものであれば、いわゆるエッジ抽出により相当の信頼性で実現できる。但し、路面の汚れや道路周辺の建造物などの画像成分を排除して確実に上記線分を検出できる信頼性を向上させるためには、或いは検出のしきい値を下げて濃淡のはっきりしないもの（例えば中央分離帯などのエッジ）も相当の信頼性で検出できるようにするには、上記線分を検出する画像中の位置や領域、或いは線分の角度範囲等を予めあり得る条件に限定しておくのが好ましい。例えば、図 5（c）に示すように、画像フレームの左下を原点としてフレーム下辺から反時計回りに $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$ の角度範囲と、画像フレームの右下を原点としてフレーム下辺の延長線から反時計回りに $120^{\circ} \sim 150^{\circ}$ の角度範囲に、上記線分を検出する領域や角度を限定してもよい。自車が走行しているレーンの両側の縁部（レーンを区画する白線や中央分離帯等）の位置や方向が、このような条件に納まるように、撮像手段（カメラ）の撮像方向や画角を設定することは容易かつ自然であり、その場合、このような条件から外れるものを検出範囲から除けば、前述した所定の線分のみをより確実かつ容易に検出できるからである。

【0 0 0 8】

本発明の車載用レーダ装置によれば、自車両の前方又は後方の画像における自車両が走行しているレーンに沿った線分の実座標上での方向にセンサの中心軸が補正されるため、曲率が一定でない道路や勾配のある道路状況でも、検出すべき検出対象（特に先行車又は後続車）を見逃し難い。例えば、自車両から所定距離離れた位置（画像における上下方向の所定位置）の白線などよりなる線分を検出し、この線分の実座標上の方向にセンサの中心軸を補正すれば、自車両がその時点で走行している直近の道路の曲率や勾配にとらわれず、自車両の前方又は後方

の道路方向（３次元的方向）に対応させて、センサの中心軸を上下左右に補正することができるからである。特に本発明では、前方又は後方の道路の勾配に応じてセンサの中心軸方向が上下するため、従来行われていなかった上下方向の補正も可能となり、勾配のある道路でも先行車等を見逃し難くなる。

なお、Ｓ字カーブやアップダウンのある道路状況に良好に対応するには、後述する態様のように、前記線分を複数検出して、各線分の方角から、自車両の前方又は後方の道路全体を見渡すことができる最適な方向ベクトルを特定することが好ましい。

【 0 0 0 9 】

次に、この発明の好ましい態様は、前記線分検出部が、前記線分として、自車両が走行しているレーンの両側にあるものを一対以上求める機能を有し、前記方向ベクトル検出部が、対をなす前記線分の延長線の交点として前記画像上の消失点を求め、この消失点から前記方向ベクトルを求めるものである。

このような態様であると、撮像手段として一つのカメラを設けた簡単な構成でも、後述する形態例に示すように、簡単な処理で前記方向ベクトルを求めることができる。

【 0 0 1 0 】

なお、上述したように消失点から前記方向ベクトルを求める場合、さらに次のような態様とすることが好ましい。

即ち、第１の態様は、前記撮像手段により得られた画像を、複数の小領域に分割する領域分割部を備え、

前記線分検出部が、前記線分の検出を前記小領域毎に実行して、前記線分の対を複数検出し、

前記方向ベクトル検出部が、これら複数の線分の対に基づいて前記画像上の消失点を複数求め、これら消失点の中から、最も手前側に位置する一対の線分上の点及び各消失点を頂点とする画像上の三角形領域と、自車両が走行しているレーンの画像上の領域（以下、場合により道路領域という）との共通領域の面積が最大となる消失点を選択し、この選択した消失点から前記方向ベクトルを求めるものである。なお、上記道路領域は、例えば上記複数の線分によって囲まれた領域と

して求めることができる。

【0 0 1 1】

次に第 2 の態様は、前記線分検出部が、前記画像の下辺に沿った最下帯状領域にある前記線分の対を検出し、
前記方向ベクトル検出部は、前記最下帯状領域にある前記線分の対に基づいて前記画像上の消失点を求め、この消失点をこの消失点を中心とする上下左右の矩形領域に離散化してなる画像上の複数の座標を決定し、これら座標の中から、前記最下帯状領域にある一対の線分上の点及び各座標を頂点とする画像上の三角形領域と、自車両が走行しているレーンの画像上の領域との共通領域の面積が最大となる座標を選択し、この選択した座標から前記方向ベクトルを求めるものである。

【0 0 1 2】

これら第 1 の態様又は第 2 の態様であると、複数の消失点（或いは、一つの消失点を離散化してなる複数の座標）の中から、道路全体を最もよく見渡せる点の方向にセンサの中心軸が補正されるので、S 字カーブなどの複雑に曲率が変化する道路状況、或いはアップダウンの激しい道路状況でも、検出すべき検出対象（特に先行車又は後続車）をより見逃し難い。

加えて、第 2 の態様の場合には、消失点を 1 点しか計算しないので、計算負荷が軽減される利点がある。

【0 0 1 3】

なお、上記第 1 の態様では、前記方向ベクトル検出部が、前記センサにより得られた検出対象（少なくとも、先行車又は後続車）の位置情報に基づき、当該検出対象が画像上で前記線分と重なる又は重なる可能性のある小領域を特定し、この小領域を前記消失点を求める対象から排除する構成が好ましい。このようにすれば、例えば先行車などがレーンの縁（レーンとレーンの境界含む）にいてることによって、その位置の線分が適正に検出できず、補正ができなくなること、或いは良好な補正ができなくなることを防止できる。

【0 0 1 4】

また本発明の補正は、自車の走行中或いはイグニションスイッチのオン時など

に、常時（例えば周期的に）行ってもよいが、次のようにして必要なときだけ行い、処理の効率化を図るようにしてもよい。即ち、検出対象の水平方向位置が変化したと検知したこと、自車両の速度が変化したと検知したこと、自車両が水平に対して傾いたと検知したこと、及び自車両が車線変更したと検知したことのうち、何れか一つ又は複数の条件が成立したことを起因として、前記制御処理手段が前記中心軸の向きを補正する新たな制御を開始する態様としてもよい。

【0 0 1 5】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

（第 1 形態例）

図 1 は、本例の車載用レーダ装置の構成を説明する図であって、図 1（a）は全体構成を示すブロック図、図 1（b）は画像処理ユニットを説明する機能ブロック図である。

【0 0 1 6】

まず、全体構成について説明する。

本装置は、図 1（a）に示すように、カメラ 1（撮像手段）と、センサ 2 と、画像処理ユニット 3 と、コントローラ 4 とよりなる。

カメラ 1 は、例えば CCD 又は CMOS などの周知のデバイスよりなる撮像手段であり、この場合、1 個だけ設置されている。またカメラ 1 は、例えば自車前方の路面を含む画像が得られるように、自車の前方斜め下（或いは後方斜め下）に向けて搭載される（図 6 参照）。

センサ 2 は、例えばレーザレーダである。

画像処理ユニット 3 は、マイクロコンピュータ（以下、マイコンという）を含む回路よりなり、カメラ 1 により得られた画像からセンサ 2 の光軸の最適方向を求めて出力する。

コントローラ 4 は、図示省略したアクチュエータを制御して、画像処理ユニット 3 が出力した最適方向にセンサ 2 の光軸を変化させるもので、やはりマイコンを含む回路よりなる。なお、画像処理ユニット 3 とコントローラ 4 は、一体のユニットとして構成することもできる。

【0 0 1 7】

次に、画像処理ユニット 3 の詳細を説明する。画像処理ユニット 3 は、機能的に図 1 (b) に示す要素（歪補正部 1 1、帯領域分割部 1 2、白線検出部 1 3、消失点検出部 1 4、及び走査領域算出部 1 5）を有する。

ここで、歪補正部 1 1 は、後述する図 2 のステップ S 1 に対応するもので、カメラ 1 のレンズの歪の影響を排除すべく、カメラ 1 により得られた画像データを補正するものである。

帯領域分割部 1 2 は、後述する図 2 のステップ S 2 に対応するもので、曲率が一定でない S 字カーブなどの道路状況にも的確に対応するため、線分を含む複数の小領域（この場合、横長の帯状領域）に画像を分割する。

白線検出部 1 3 は、後述する図 2 のステップ S 3 ～ S 5 に対応するもので、自車が走行している道路上のレーン両側の白線（黄線や破線を含めてもよい）を、領域毎の直線状の線分として検出する。

消失点検出部 1 4 は、後述する図 2 のステップ S 6 に対応するもので、領域毎に検出された線分から画像上の消失点を求める。

走査領域算出部 1 5 は、後述する図 2 のステップ S 8 ～ S 1 3 に対応するもので、領域毎に算出された消失点から最適な光軸方向を求める。

【0 0 1 8】

次に、本装置の動作（主に画像処理ユニット 3 の処理内容）について、図 2 により説明する。

画像処理ユニット 3 は、次の一連の処理（ステップ S 1 ～ S 1 4）を例えば周期的に繰り返す。

即ち、まずステップ S 1 において、カメラ 1 の画像データを読み取り、歪補正を行う。具体的には、例えば数 1 に示す関係式により画素座標を (x, y) から (x', y') に変換する。なお、数 1 における κ は負の定数である。

【0 0 1 9】

【数 1】

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \frac{2}{1 + \sqrt{1 - 4 \kappa (x^2 + y^2)}} \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix}$$

【0 0 2 0】

次いでステップ S 2 では、例えば図 3 (a) に示す如く、道路を含むように画像を横長の帯状領域 (N 個) に分割するための画像データの設定を行う。道路を含むようにとは、例えば図 3 (a) に示す如く、道路の画像が存在する画像フレームの下側の領域を少なくとも含むようにという意味である。またこの場合、帯状領域の横幅は画像全体の横幅と同等とし、帯状領域の縦幅は画像の下側の領域を N 等分した幅とする。なお本例では、N = 7、即ち 7 個の帯状領域 1 ~ 7 に分割する。また、ここでの帯状領域は、本発明の小領域に相当する。

【0 0 2 1】

次に、帯状領域毎にステップ S 3 ~ S 6 の処理を行う。

まず、ステップ S 3 で、エッジ抽出用フィルタを使ってエッジ抽出を行う。エッジ抽出用フィルタとしては、例えば数 2 に示すような右向き S o b e l フィルタを用いる。なお数 2 において、 $f(x, y)$ は、画像上の座標 (x, y) の画素濃度値を意味し、 $g(x, y)$ はフィルタ処理後の値 (隣接画素同士の濃度値の差分) を意味する。

【0 0 2 2】

【数 2】

$$g(x, y) = \sum_{i=-m}^m \sum_{j=-n}^n w_{ij} \cdot f(x+i, y+j)$$

$$w_{ij} = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix}, \quad m=1, \quad n=1$$

【0023】

次いでステップS4では、白線候補抽出を行う。白線候補抽出とは、数2で計算された $g(x, y)$ よりなるエッジ画像に対して、所定のしきい値(256階調の場合には、例えば128)により2値化処理を行い、道路両側の白線の内側の座標(白線候補点)を求める。具体的には、前記エッジ画像を左から右に向かって移動したとき、しきい値を超え、さらにその後左右方向の幅が規定幅B以内においてしきい値を下回る座標が存在すれば、その時の最初の座標(しきい値を超えた座標)が左側の白線の左端と推定され、その時の後の座標(しきい値を下回った座標)が左側の白線の右端(左側の白線の内側)と推定される。また、同様の処理で右側の白線の左端(右側の白線の内側)を求め、これら白線の内側の座標を白線候補点として求める。なお通常、これら白線候補点は、帯状領域の縦方向の画素数分だけ複数求まる。またここで、規定幅Bによる制限は、実際の白線幅に相当する幅を大きく超えるものを排除し、白線のエッジだけを信頼性高く検出するためのものである。

なお、この白線候補抽出では、路面の汚れや道路周辺の建造物などの画像成分(輪郭線など)を誤って白線として検出しないように、白線を検出する画像中の位置や領域、或いは角度範囲等を予めあり得る条件に限定しておくのが好ましい。例えば、既述した図5(c)に示すような限定条件を設定して、上記白線候補抽出を行うのがよい。

【0024】

次にステップS5では、上記白線候補点に対してHough変換を行い、最も適合する2直線を、小領域毎の各白線の内側の接線(本発明の線分或いはその延長線)としてを求める。

Hough変換とは、画像上($x-y$ 平面上)の候補点の座標(x, y)に対して、数3で示す $\rho-\theta$ 平面上のHough曲線を求め、このHough曲線の交点の座標から画像上の直線を抽出する処理である。この場合、最も適合する2直線は、前述した複数の白線候補点から得られた複数のHough曲線が多く交差する二つの交点($\rho a, \theta a$)及び($\rho b, \theta b$)を求めれば特定できる。数3の式において ρ と θ の値が決まれば、画像上の直線が特定できるからである。な

お図 5 (b) は、 (x, y) と (ρ, θ) の位置関係を示す。

【0025】

【数3】

$$\rho = x \cdot \cos \theta + y \cdot \sin \theta$$

【0026】

次に、ステップ S 6 では、ステップ S 5 で得られた前記二つの直線のデータから画像上の消失点の座標を算出する。消失点は前記二つの直線の交点であるから、前述したデータ (ρ_a, θ_a) 及び (ρ_b, θ_b) から、数 4 の式によって求まる。

【0027】

【数4】

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \frac{1}{\cos \theta_a \cdot \sin \theta_b - \cos \theta_b \cdot \sin \theta_a} \begin{bmatrix} \sin \theta_b & -\sin \theta_a \\ -\cos \theta_b & \cos \theta_a \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \rho_a \\ \rho_b \end{bmatrix}$$

【0028】

次に、ステップ S 7 では、ステップ S 3～S 6 の実行回数が N 未満であるか否か（即ち、全ての帯状領域についてステップ S 3～S 6 の処理が完了していないか否か）を判定し、N 未満であればステップ S 3 に戻って次の帯状領域について処理を繰り返す。そして、N 以上であれば（全ての帯状領域について処理完了であれば）、ステップ S 8 に進む。

なお図 3 (b) は、以上の処理により求められた消失点の例を示す図である。図中、太線が道路の白線を示し、破線が各小領域毎に求められた白線の内側（線分）を延長した直線であり、①～⑥の符号が消失点を示す（この場合 7 番目の消失点⑦は求められなかった）。

【0029】

次にステップ S 8 では、道路領域検出を行う。道路領域検出は、例えばステップ S 3 ～ S 4 の処理により得られた白線の内側の座標に基づいて、二つの白線で囲まれた道路領域（例えば、図 4（a）に斜線で示す領域）を検出する。

次に、帯状領域毎にステップ S 9 ～ S 1 0 の処理を行う。

まず、ステップ S 9 では、最大 N 個存在する各消失点を上側の頂点とし、手前両側の白線上の点を下側の頂点とする底辺が一定の三角形領域を検出する。即ち、帯状領域 1 については、例えば図 4（b）に斜線で示すように、ステップ S 6 で帯状領域 1 について求められた消失点を上側の頂点とし、ステップ S 5 で帯状領域 1 について求められた両側の直線（両白線の内縁側の線）の下端を下側の頂点（底辺の両端点）とする三角形の領域を検出する。また、帯状領域 2 以降についても、同様に各消失点を上側の頂点とし、帯状領域 1 について求められた両側の直線の下端を下側の頂点とする三角形の領域を検出する。なお、図 4（b）の場合には、両白線の下端内側が画像フレームの下側両隅部に位置しているため、上記三角形の底辺が画像フレームの下辺に一致しているが、必ずしもこのようになるとは限らない。例えば、両白線の下端が画像フレームの横幅よりも内側にある場合には、上記三角形の底辺は画像フレームの横幅（下辺の長さ）よりも短い線分となる。また、上記三角形の下側の頂点は、必ずしも帯状領域 1 における白線の内縁側の下端である必要はなく、例えば帯状領域 1 における白線の上端の点（帯状領域 1 と帯状領域 2 の境界上の点）でもよいし、帯状領域 1 における白線の外縁側の点でもよい。また、帯状領域 1 内に白線が存在しない場合等には、例えば一つ上の帯状領域 2 における白線上の点を、上記三角形の下側の頂点としてもよい。

【 0 0 3 0 】

次にステップ S 1 0 では、ステップ S 8 で求めた道路領域と、ステップ S 9 で求めた三角形領域との AND 面積（重複部分の面積）を求める。

次にステップ S 1 1 では、ステップ S 7 と同様に、全ての帯状領域についてステップ S 9 ～ S 1 0 の処理が完了したか否かを判定し、全ての帯状領域について処理完了であればステップ S 1 2 に進み、そうでなければステップ S 9 に戻る。

そしてステップ S 1 2 では、ステップ S 1 0 で求めた AND 面積が最大となる

帯状領域 N_{max} を求める。なお以降では、この帯状領域 N_{max} として帯状領域 6 が求められたと仮定して説明を進める。

【0 0 3 1】

次にステップ S 1 3 では、上記帯状領域 N_{max} （帯状領域 6）の消失点の座標 (X_6, Y_6) を道路座標系 (x_r, y_r, z_r) に変換し、前記消失点の道路座標上での方向ベクトル V_6 を求める。なお、センサ 2（レーザレーダなど）は、通常車両のラジエター（バンパの上）に取り付けられるため、センサ 2 の座標系は厳密には道路座標系とは若干異なるが、センサ 2 の方向を補正する場合、センサ 2 の座標系と道路座標系を同一視し、道路座標系のデータでその方向を補正しても特に問題ない。

【0 0 3 2】

図 6 に示すように、各座標系の符号と方向の関係を定めた場合、道路座標系 (x_r, y_r, z_r) とカメラ座標系 (x_c, y_c, z_c) と画像座標系 (X, Y) の間には、次の数 5 及び数 6 に示す関係式が成り立つ。ここで、 R は 3×3 の行列、 T は 3×1 の行列を表す。また、 R と T は、カメラキャリブレーションで予め設定しておく。また、数 6 における F は、カメラ 1 の焦点距離である。

【0 0 3 3】

【数 5】

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x_r \\ y_r \\ z_r \end{bmatrix} + T, \quad R = [R_{ij}], \quad T = [T_i] \quad (i, j = 1, 2, 3)$$

【0 0 3 4】

【数 6】

$$X = F \frac{x_c}{z_c}, \quad Y = F \frac{y_c}{z_c}$$

【0 0 3 5】

このため、次のようすれば、消失点の座標 (X 6, Y 6) を道路座標系 (x r, y r, z r) に変換できる。

即ち、数 6 の (X, Y) に (X 6, Y 6) を代入し、数 7 に示すようにカメラ座標系 (x c, y c, z c) にまず変換する。なお、数 7 においては $z_c = k$ としている。

【0 0 3 6】

【数 7】

$$\begin{bmatrix} x_c \\ y_c \\ z_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k \cdot X_6 / F \\ k \cdot Y_6 / F \\ k \end{bmatrix}$$

【0 0 3 7】

次に、数 7 の式を数 5 の式に代入すれば、数 8 に示す式のように道路座標系 (x r, y r, z r) に変換できる。なお、数 8 の式における k の値は、適当な拘束条件を適用して、算出すればよい。例えば、レーザレーダの測定可能距離 (例えば、1 5 0 m) を数 8 の式の z r に代入して k を求め、この値に設定すればよい。

【0 0 3 8】

【数 8】

$$\begin{bmatrix} x_r \\ y_r \\ z_r \end{bmatrix} = R^{-1} \cdot \left(\begin{bmatrix} k \cdot X_6 / F \\ k \cdot Y_6 / F \\ k \end{bmatrix} - T \right)$$

【0 0 3 9】

そして、上述したように求めた前記消失点の道路座標系での座標から、単位ベクトルを求めれば、それが方向ベクトル V 6 である。

最後に、ステップ S 1 4 では、上記方向ベクトル V 6 から、光軸の最適位置を求めてコントローラ 4 に出力する。これを受けて、コントローラ 4 は、指令された最適位置に光軸を動かし、光軸の向きが方向ベクトル V 6 に一致するように補正される。

なお、図 5 (a) はレーザレーダ 2 の走査範囲（走査領域）を示す図である。ここで、座標原点 O は、通常状態（補正なしの状態）での走査の中心座標である。また、 $(-S_x, S_x)$ と $(-S_y, S_y)$ が通常状態での走査範囲であり、 $(-S_{x\max}, S_{x\max})$ と $(-S_{y\max}, S_{y\max})$ が最大の走査範囲を示す。即ち、レーザレーダ 2 の走査範囲の中心（光軸）を x 1 方向（横方向）に動かすことができる最大補正量は $S_{x\max} - S_x$ であり、y 1 方向（上下方向）に動かすことができる最大補正量は $S_{y\max} - S_y$ である。

【0 0 4 0】

したがって、前述の単位ベクトル V 6 の成分 (x_r, y_r, z_r) から、数 9 に示す関係式により求まる x 1 方向と y 1 方向の光軸位置 (x_L, y_L) が、光軸の最適位置となる。

【0 0 4 1】

【数 9】

$$\begin{bmatrix} x_L \\ y_L \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{x r^2 + y r^2 + z r^2}} \begin{bmatrix} x r \cdot (S_{x \max} - S_x) \\ y r \cdot (S_{y \max} - S_y) \end{bmatrix}$$

【0042】

以上説明したレーダ装置によれば、自車両の前方又は後方の画像における自車両が走行しているレーンに沿った線分（この場合、白線の内側エッジ）の実座標上での方向にセンサの中心軸が補正されるため、曲率が一定でない道路や勾配のある道路状況でも、検出すべき検出対象（特に先行車又は後続車）を見逃し難い。特に本形態例の場合には、画像を領域分割して得られた複数の消失点の中から、道路全体を最もよく見渡せる消失点の方向にセンサの中心軸が補正されるので、S字カーブなどの複雑に曲率が変化する道路状況、或いはアップダウンの激しい道路状況でも、検出すべき検出対象をより見逃し難い。

また本発明は、消失点を求めて方向ベクトルを定めているため、撮像手段として一つのカメラを設けた簡単な構成でも、上述したような簡単な処理で前記方向ベクトルを求めることができる。

【0043】

(第2形態例)

次に、第2形態例を説明する。この形態例は、画像処理ユニット3の処理内容の一部に特徴を有し、他は第1形態例と同様である。図8は、本例の処理内容を示すフローチャートである。なお、第1形態例（図2）と同様のステップには同符号を付して重複する説明を省略する（後述の第3形態例も同様）。

この場合、消失点は、最下の帯状領域1（N=1）のみについて求められる（ステップS3～S6）。

そして、ステップS8（道路領域検出）の次のステップS21では、図7（a）に示すように、N=1のときの消失点を、この消失点を中心とする上下左右の矩形領域に離散化してなる画像上の複数（D個）の座標（点）を決定する。例えば

図 7 (a) では、 $N = 1$ のときの消失点を中心に、規定の間隔で左右に 5 列と上下に 3 列の点（この場合、 $D = 15$ ）を生成している。

【0 0 4 4】

次いでステップ S 2 2 ~ S 2 6 では、図 2 のステップ S 9 ~ S 1 3 と同様に、 D 個存在する各座標を上側の頂点とし、手前両側の白線上の点を下側の頂点とする画像上の三角形領域と、ステップ S 8 で求めた道路領域との共通領域の面積が最大となる座標を選択し、この選択された座標から前記方向ベクトルを求める。

この第 2 形態例によれば、第 1 形態例と同様の加えて、次のような効果がある。即ち、この第 2 の態様の場合には、消失点を 1 点しか計算しないので、計算負荷が軽減される利点がある。

【0 0 4 5】

（第 3 形態例）

次に、第 3 形態例を説明する。この形態例も、画像処理ユニット 3 の処理内容の一部に特徴を有する。但し本例の場合には、図 1 (a) に破線で示すように、レーザレーダ 2 による検出結果の情報（少なくとも、他車両の位置情報）が、例えばコントローラ 4 から画像処理ユニット 3 に入力される構成となっている必要がある。

図 9 は、本例の処理内容を示すフローチャートである。

この場合、ステップ S 2 の次に、ステップ S 3 1 が設けられている。このステップ S 3 1 では、消失点を求めようとする帯状領域に他車両が存在していて、他車両が線分と重なっている可能性があるか否かを、レーザレーダ 2 による検出結果の情報に基づいて判断する。そして、他車両が存在していれば、ステップ S 3 ~ S 6 をスキップしてステップ S 7 に進み、その帯状領域についての消失点の算出は実行しない。

【0 0 4 6】

なお、帯状領域に他車両が存在しているか否かの判定は、例えば次のようにして行う。即ち、レーザレーダ 2 による検出結果の情報（他車両の位置情報）に基づいて、他車両が存在する画像上の位置を求め、その位置の近傍でヒストグラムを形成し、他車両の画像上での概略の幅寸法や高さ寸法を定めて他車両が存在す

る画像上の領域を特定する。そして、例えばこの領域と各帯状領域との重複割合を算出し、所定の割合以上重複している帯状領域には他車両が存在していると判定すればよい。

【0047】

本形態例によれば、先行車等が存在する帯状領域が前記方向ベクトル（消失点）を求めるための処理対象から除外される。例えば、図7（b）に示すような画像が得られたときには、領域4及び5が除外される。このため、図7（b）に示すように、先行車などがレーンの縁（レーンとレーンの境界含む）にいることによって、その位置の線分（この場合、白線のエッジ）がその先行車等に隠れて適正に検出できず、補正ができなくなること、或いは良好な補正ができなくなること防止できる。

【0048】

なお、本発明は上記形態例に限られず、各種の態様や変形が有り得る。

例えば、上記形態例における画像処理ユニット3は、図1（c）に示すような構成でよい。図1（c）は、画像処理ユニット3の上位概念的機能ブロック図であり、この場合画像処理ユニット3は、前処理部21と、領域分割部22と、線分検出部23と、方向ベクトル検出部24と、演算部25とよりなる。

前処理部21は、図1（b）の歪補正部11に対応するもので、ここでは、前述のレンズの歪補正（幾何学的補正）に加え、ガンマ補正やコントラスト強調などの輝度補正、メディアンフィルタなどのノイズ除去を、必要に応じて行ってもよい。

【0049】

また、領域分割部22は、横長の帯状領域に画像を分割する態様に限られず、例えば縦長の帯状領域に画像を分割する態様、或いは格子状に画像を分割するものであってもよい。なお、このように画像を分割する場合、対をなす線分の組（レーンの両側に存在し、同一の消失点に向かうもの）をどのように対応付けるかが問題となるが、例えば、画像の左右対称位置にある領域でそれぞれ検出された線分を、一对の線分として選択すればよい。即ち、例えば縦長の帯状領域に分割する場合、画像における最も左側の帯状領域で検出された線分と、最も右側の帯状

領域で検出された線分の延長線の交点として一つ目の消失点を特定し、画像における左から 2 番目の帯状領域で検出された線分と、右から 2 番目の帯状領域で検出された線分の延長線の交点として二番目の消失点を特定する、といったように順次消失点を求めればよい。

また、画像を分割する際の分割幅は必ずしも均等又は一定でなくてよい。また、分割数 N は、前記形態例のように $N = 7$ 以外でもよいし、可変でもよい。

【0 0 5 0】

また、線分検出部 2 3 は、図 1 (b) の白線検出部 1 3 に対応するが、この白線検出部 1 3 の態様に限られず、既述したように、白線以外にも、ガードレールなどの画像を構成する線、或いはこれら画像の経時変化から得られるオプティカルフローを、本発明の線分として検出するものであってもよい。

また、方向ベクトル検出部 2 4 は、図 1 (b) の消失点検出部 1 4 及び走査領域算出部 1 5 の一部に対応するが、消失点を求めないで線分の方角ベクトルを特定する態様もあり得る。例えば、複数のカメラを設置して、三角測量の原理で線分上の点の 3 次元位置を求め、実座標における線分の方角を計算してもよい。このような態様であると、単独の線分で（いいかえると、線分毎に）方角ベクトルが定まる（即ち、前記形態例のように線分の対を検出する必要がない）。

また演算部 2 5 は、算出された方角ベクトルから最適な光軸方角を求めるもので、図 1 (b) の走査領域算出部 1 5 に対応する。

【0 0 5 1】

また前記形態例では、画像を分割して得られた複数の線分から複数の方角ベクトル（消失点）を求め、この中から、前述した三角形領域と道路領域の重複部分が最大となる方角ベクトルを選択しているが、複数の線分から最終的な方角ベクトルを選択して光軸を補正する態様は、このようなものに限定されない。例えば、自車両から比較的遠く離れた位置（画像における上方領域）の白線よりなる線分と、自車両に近い位置（画像における下方領域）の白線よりなる線分といったように、前記線分を道路の長手方角に複数検出し、これらの平均的方角にセンサの中心軸を補正する態様（消失点を求めない態様含む）でもよい。平均的方角が、必ずしも最良の方角とはならないが、従来のように一定の曲率であるとして光

軸を補正する場合に比較すれば、道路全体を見渡すことができ、先行車等を見逃し難い。

【0052】

また、前記形態例では、画像処理ユニット3とコントローラ4が本発明の制御手段を構成しており、前述したように例えば図2の処理を周期的に行って光軸の補正を常時定期的に行っているが、既述したように、必要なとき（例えば先行車の水平位置が変化したことが検知されたとき）だけ、光軸補正を行う態様でもよい。

また、前記第3形態例では、他車両が存在している小領域は他車両が線分と重なっている可能性があるとして、そのような小領域を全て、方向ベクトル（消失点）を求める処理対象から除外している。しかし、他車両が存在している小領域でも、そこで他車両が線分と重なっていないと判定できる場合（例えば、その他車両が画像の下側の左右方向中央位置にあって、レーンの端に存在しないと判定できる場合など）には、処理対象からその小領域を除外しない構成（即ち、他車両が線分と重なっている小領域のみを除外する態様）でもよい。

【0053】

【発明の効果】

本発明の車載用レーダ装置によれば、自車両の前方又は後方の画像における自車両が走行しているレーンに沿った線分の実座標上での方向にセンサの中心軸が補正されるため、曲率が一定でない道路や勾配のある道路状況でも、検出すべき検出対象（特に先行車又は後続車）を見逃し難い。

【図面の簡単な説明】

【図1】

車載用レーダ装置の構成を説明する図である。

【図2】

光軸補正処理（第1形態例）のフローチャートである。

【図3】

画像の領域分割及び消失点を説明する図である。

【図4】

画像における道路領域及び三角形領域を説明する図である。

【図 5】

レーザレーダの走査範囲などを説明する図である。

【図 6】

各座標系の符号と方向の関係を示す図である。

【図 7】

他の形態例を説明する図である。

【図 8】

光軸補正処理（第 2 形態例）のフローチャートである。

【図 9】

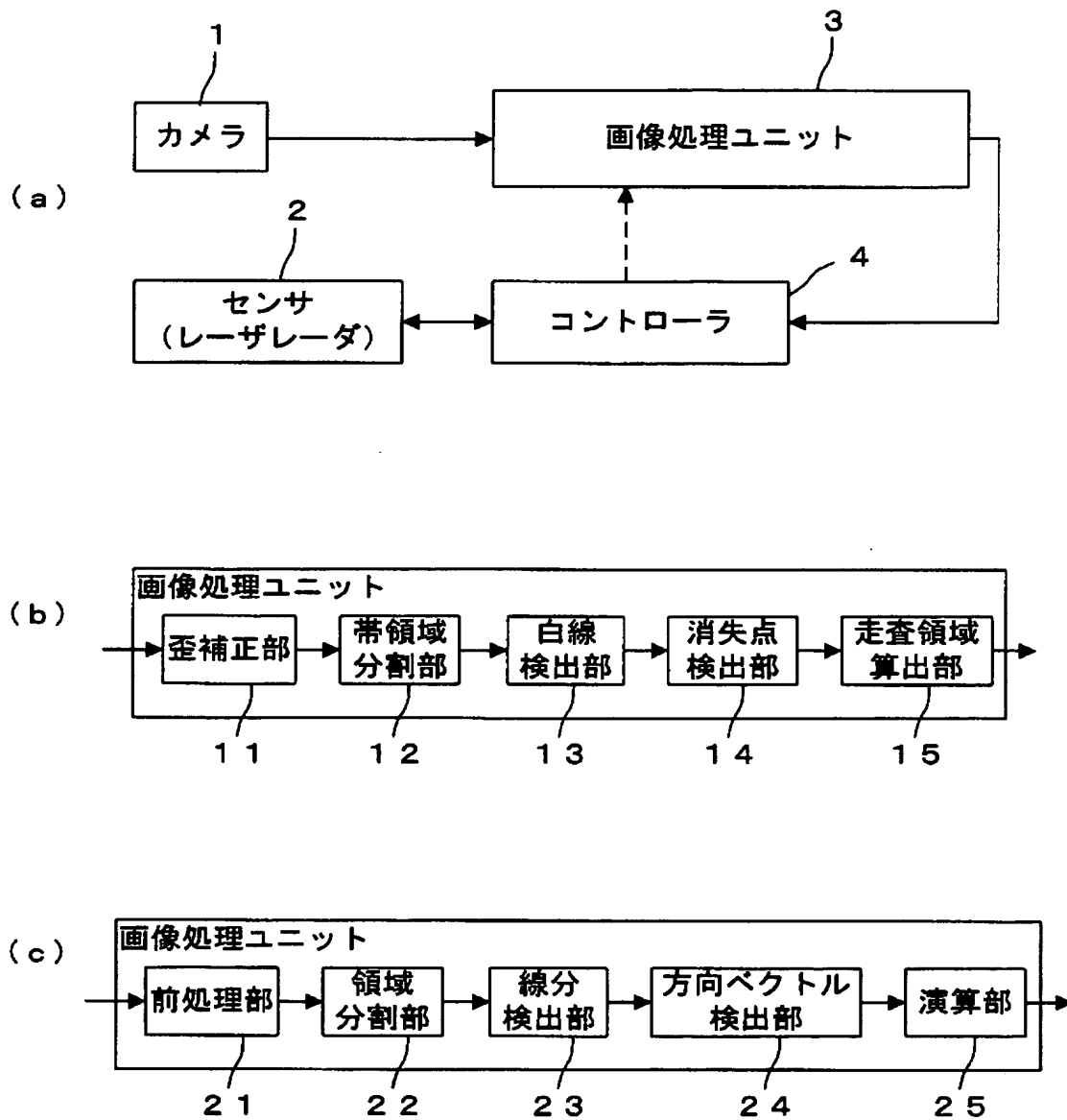
光軸補正処理（第 3 形態例）のフローチャートである。

【符号の説明】

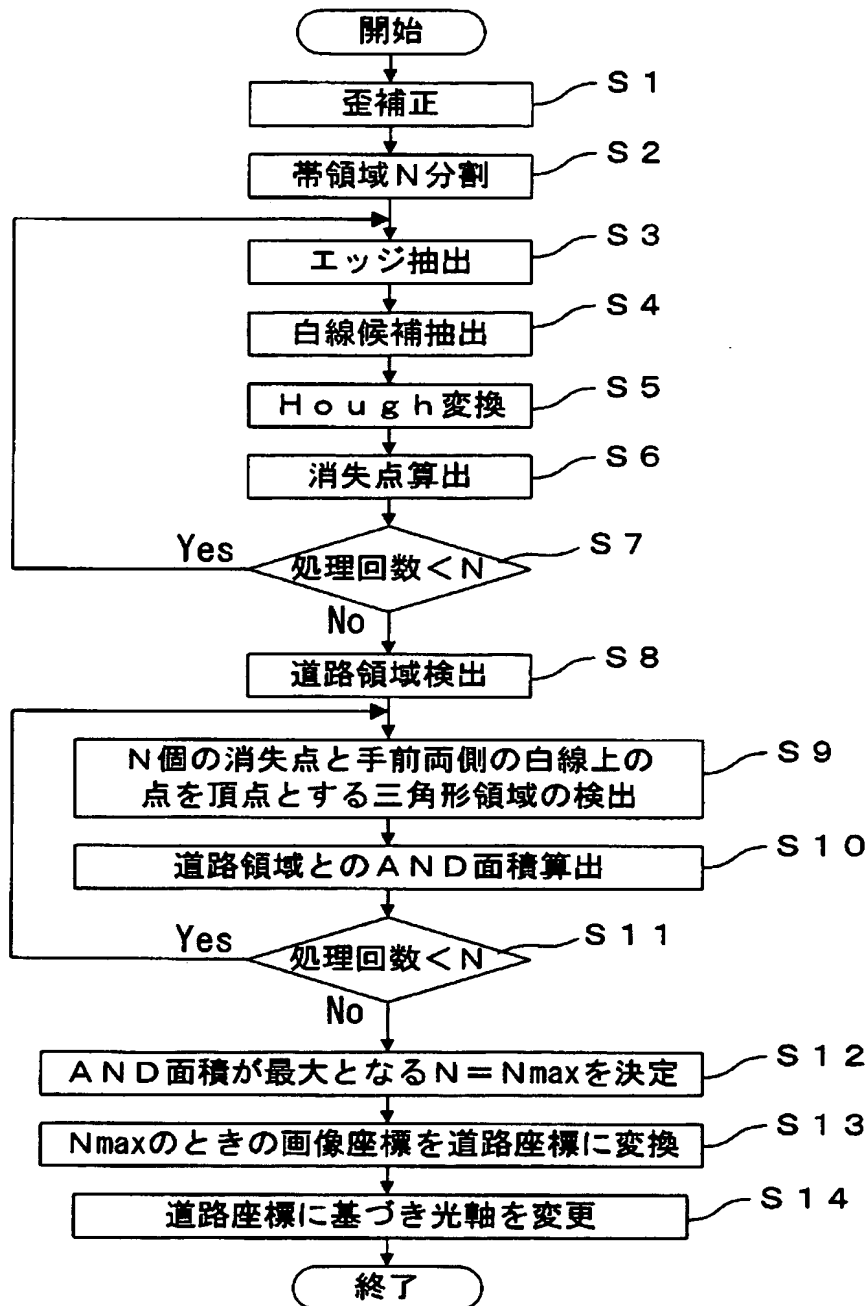
- 1 カメラ（撮像手段）
- 2 レーザレーダ（センサ）
- 3 画像処理ユニット（制御手段）
- 4 コントローラ（制御手段、補正制御部）
- 2 3 線分検出部
- 2 4 方向ベクトル検出部

【書類名】 図面

【図 1】

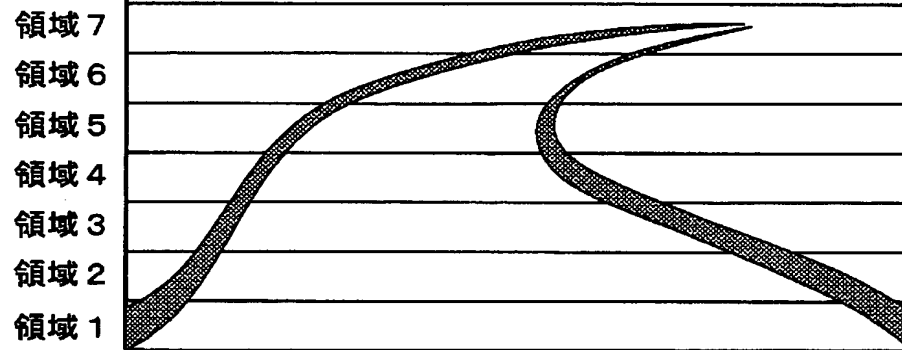


【図 2】

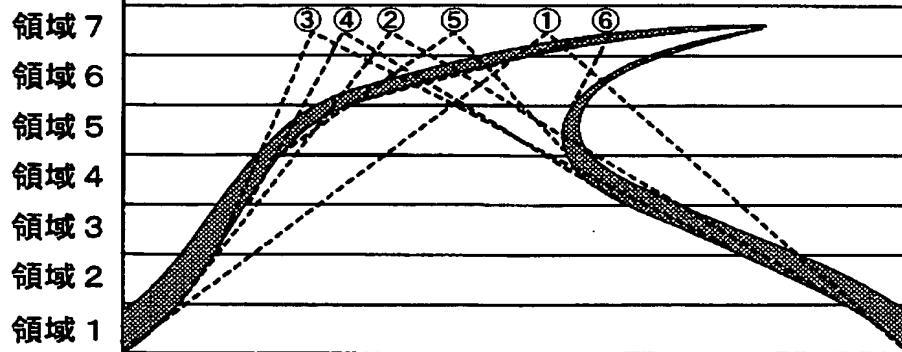


【図 3】

(a)

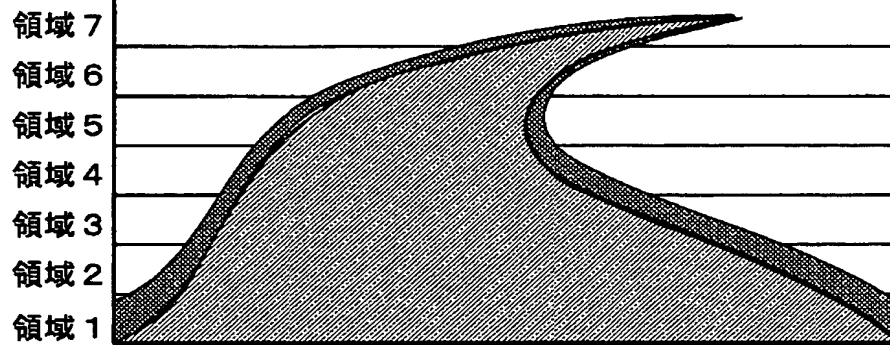


(b)

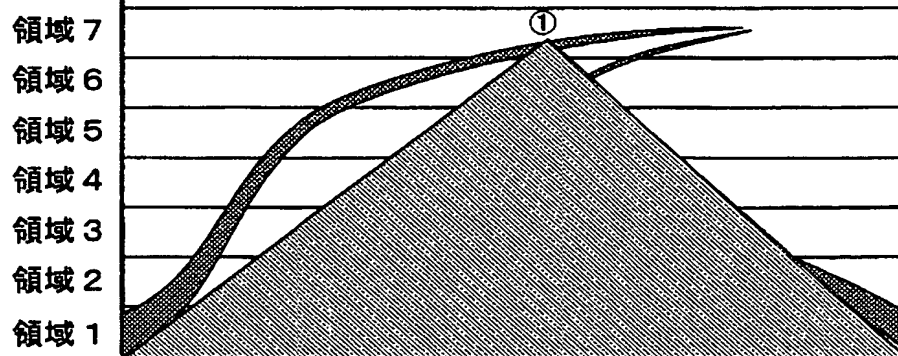


【図 4】

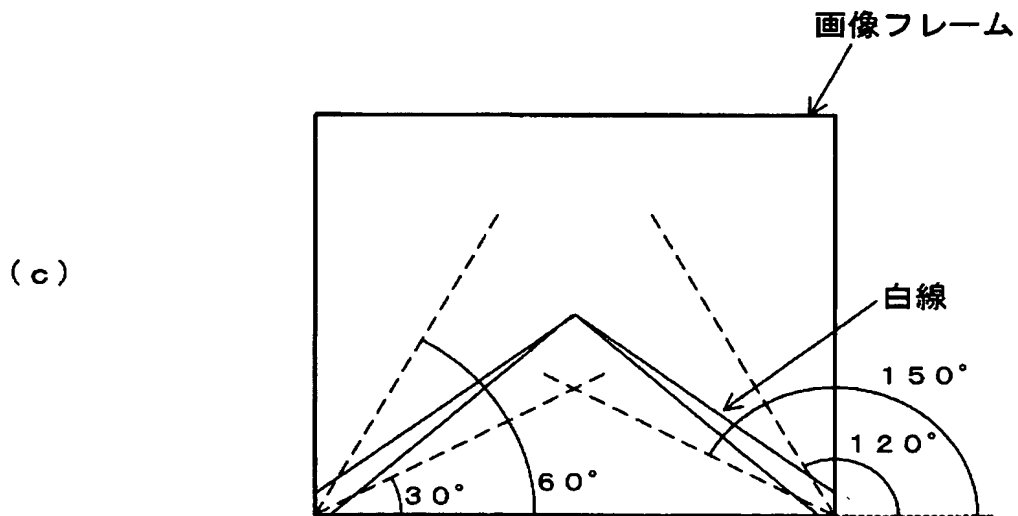
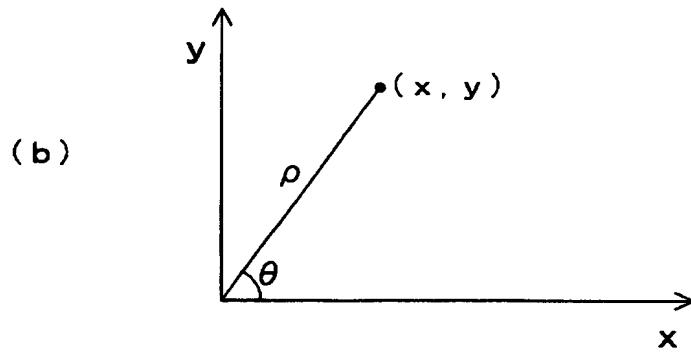
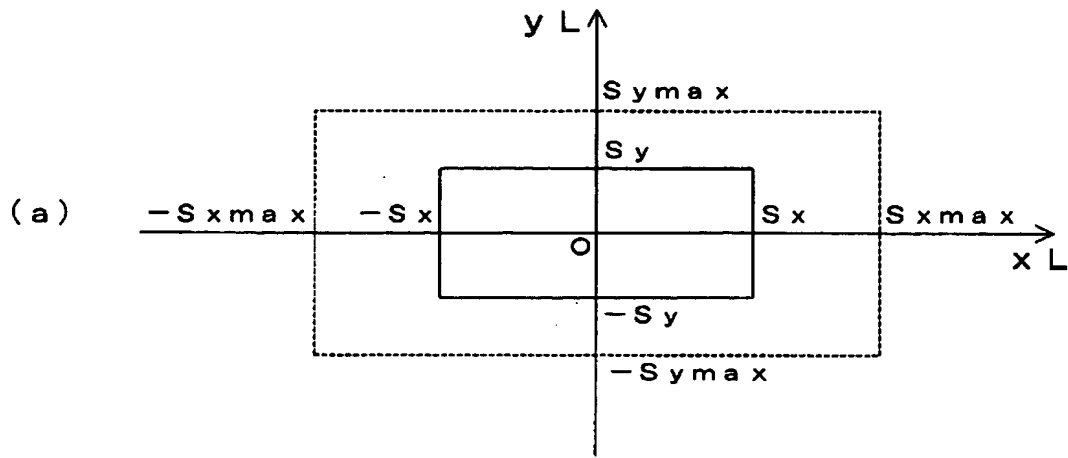
(a)



(b)

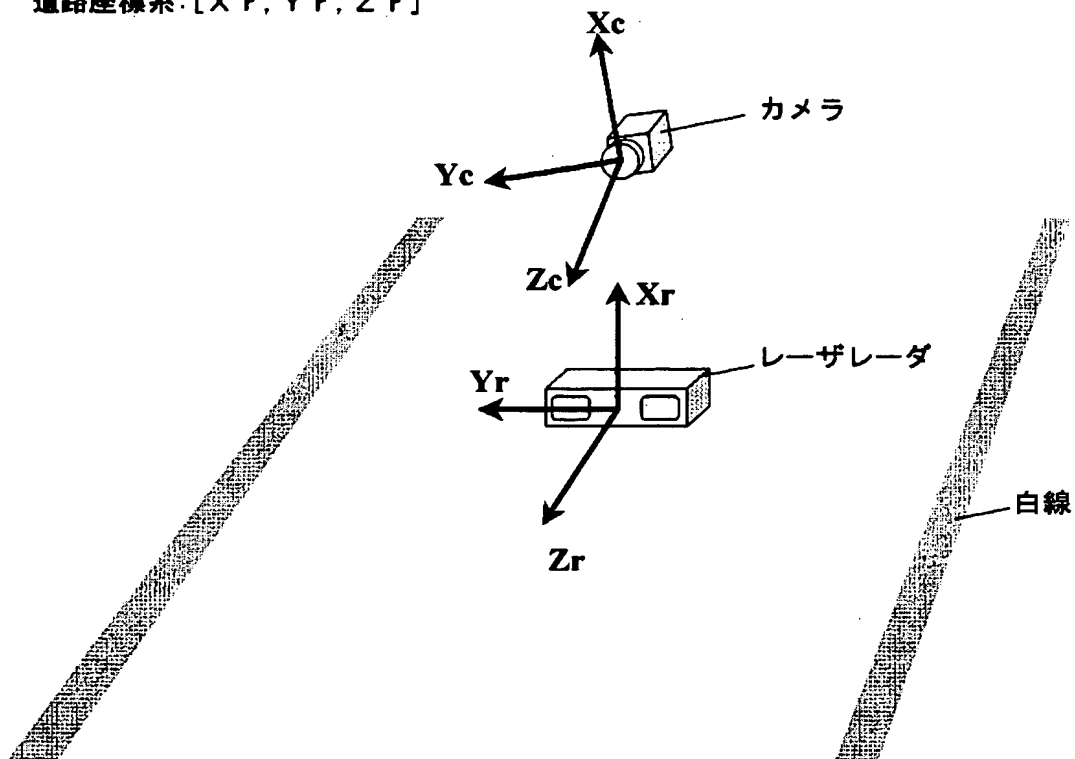


【図 5】



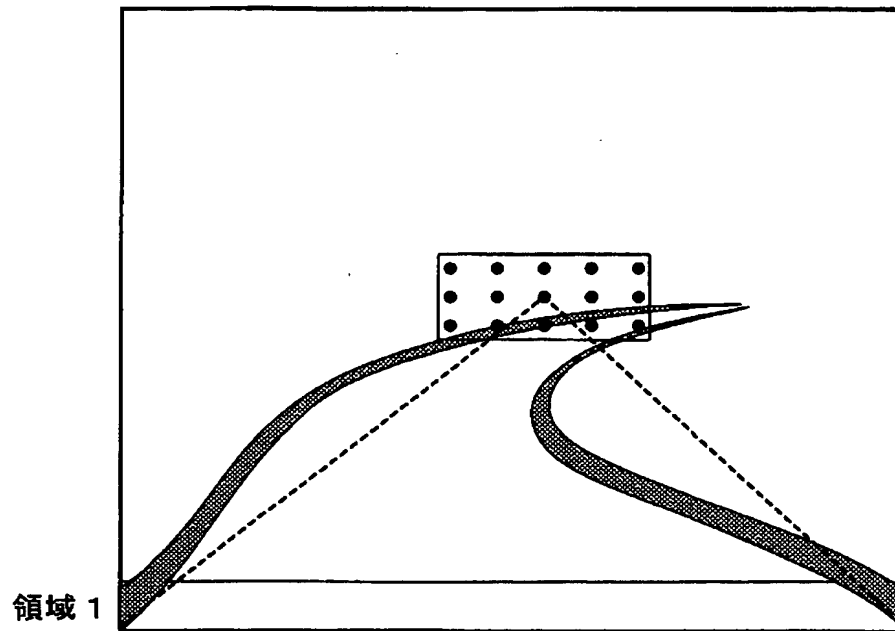
【図 6】

カメラ座標系: $[X_c, Y_c, Z_c]$
道路座標系: $[X_r, Y_r, Z_r]$

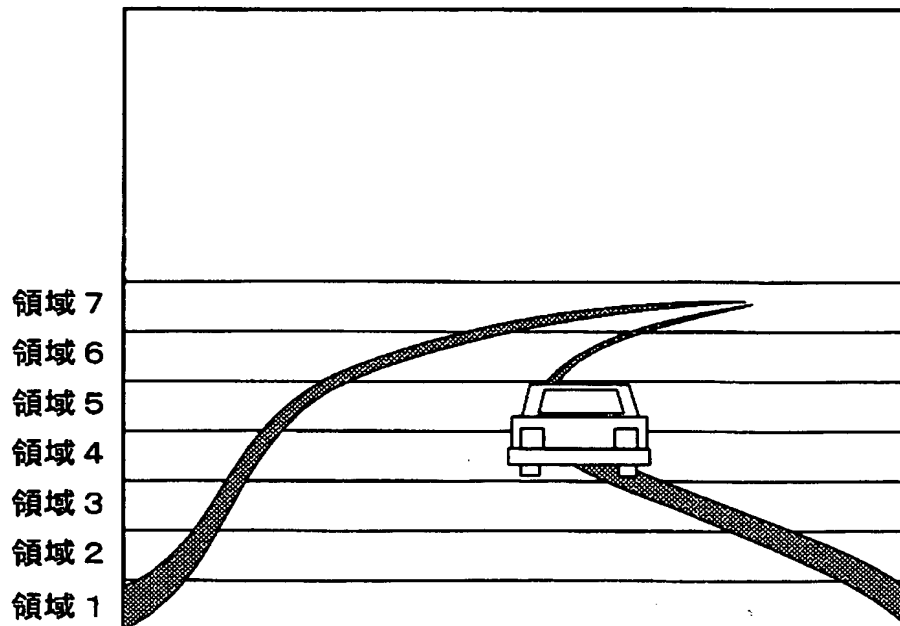


【図 7】

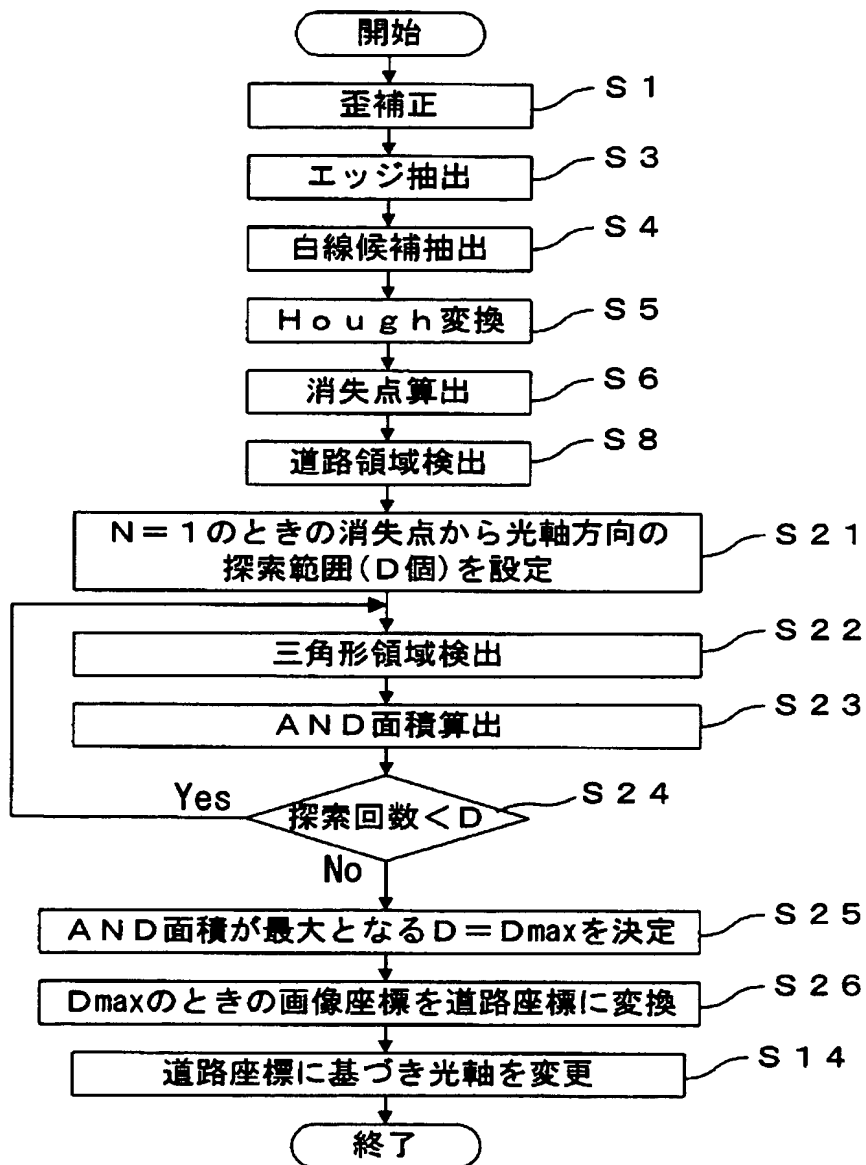
(a)



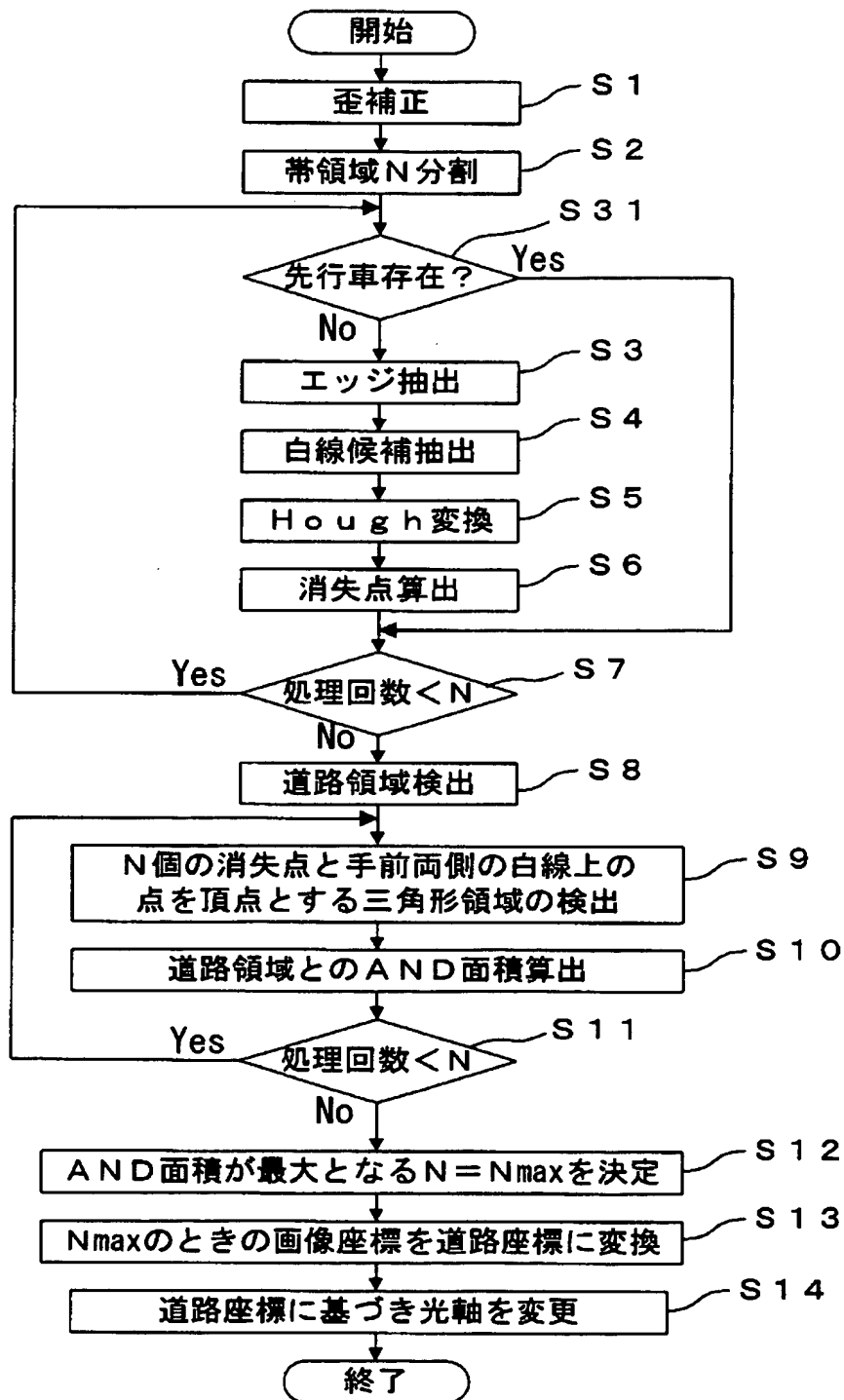
(b)



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 勾配又はS字カーブのある道路でもレーザレーダ2の光軸を最適な方向に補正して先行車を見逃し難い車載用レーダ装置を提供する。

【解決手段】 自車両の前方又は後方の路面を含む画像を取得するカメラ1と、この画像から自車両が走行しているレーンに沿った線分を検出する線分検出部23と、この線分検出部23により得られた線分の実座標上の方向ベクトルを求める方向ベクトル検出部24とを設け、この方向ベクトル検出部24により得られた方向ベクトルに一致するように光軸の向きを上下左右に補正する構成とする。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 2 - 3 1 1 6 8 0

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 2 9 4 5]

1. 変更年月日

2 0 0 0 年 8 月 1 1 日

[変更理由]

住所変更

住 所

京都市下京区塩小路通堀川東入南不動堂町 8 0 1 番地

氏 名

オムロン株式会社